

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11078002 A

(43) Date of publication of application: 23.03.99

(51) Int. Cl  
B41J 2/045  
B41J 2/055  
B41J 2/16

(21) Application number: 09237508  
(22) Date of filing: 02.09.97

(71) Applicant: SEIKO EPSON CORP  
(72) Inventor: YAZAKI SHIRO  
SAKAI MARI

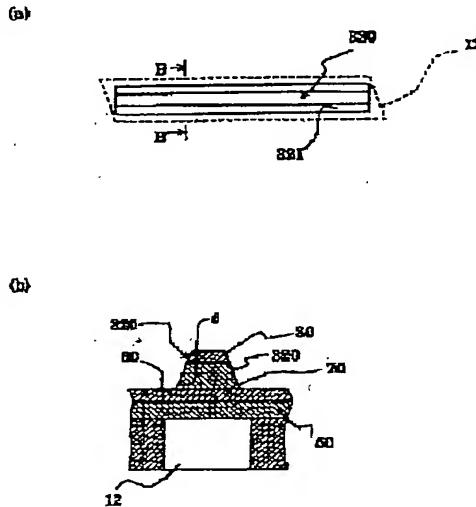
(54) INK-JET RECORDING HEAD

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent breakage, or the like, of the outer rim part of a piezoelectric active part, in particular, at both sides due to stress concentration.

SOLUTION: An ink-jet recording head comprising: an elastic plate comprising a part of a pressure generating room 12, communicating with a nozzle opening, to serve as a lower electrode at least at the upper surface thereof, a piezoelectric layer 70 formed on the surface of the elastic plate, and a piezoelectric oscillator comprising an upper electrode 80 formed on the surface of the piezoelectric layer 70, and a piezoelectric active part 320 formed at a region facing with the pressure generating room 12, wherein the piezoelectric active part 320 is gradually widened from the upper surface toward the bottom surface so as to have a substantially trapezoidal cross-section for preventing the risk of breakage, or the like by inhibiting the stress concentration owing to the tapered surface provided at both sides of the piezoelectric active part in driving the piezoelectric oscillator.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-78002

(43)公開日 平成11年(1999)3月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 41 J 2/045  
2/055  
2/16

識別記号

F I  
B 41 J 3/04

103A  
103H

審査請求 未請求 請求項の数9 O.L (全11頁)

(21)出願番号 特願平9-237508

(22)出願日 平成9年(1997)9月2日

(71)出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(72)発明者 矢崎 土郎  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
(72)発明者 酒井 真理  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内  
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

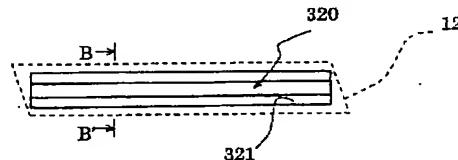
(54)【発明の名称】 インクジェット式記録ヘッド

(57)【要約】

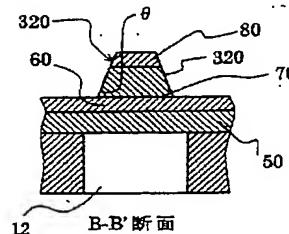
【課題】 圧電体能動部の外縁部、特に両側の応力集中による破壊等を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室12の一部を構成し、少なくとも上面が下電極として作用する弾性板と、該弾性板の表面に形成された圧電体層70及び該圧電体層70の表面に形成された上電極80からなり且つ前記圧力発生室12に対向する領域に形成された圧電体能動部320とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、圧電体能動部320が上面から底面へ向かって徐々に幅広としてその断面形状を略台形形状とし、圧電振動子の駆動の際に、圧電体能動部の両側がテーパ面のため、応力が集中せず破壊等の虞がなくなる。

(a)



(b)



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成し、少なくとも上面が下電極として作用する弹性板と、該弹性板の表面に形成された圧電体層及び該圧電体層の表面に形成された上電極からなり且つ前記圧力発生室に対向する領域に形成された圧電体能動部とからなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電体能動部が上面から底面へ向かって徐々に幅広となり、その断面形状が略台形形状であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項2】 請求項1において、前記圧電体能動部の底面の幅が前記圧力発生室の幅よりも大きくなっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項3】 請求項1または2において、前記弹性板が、少なくとも前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った部分に、当該圧電体能動部に対応する部分の厚さより薄い薄肉部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項4】 請求項3において、前記圧電体能動部に対応する部分の前記弹性板と前記薄肉部との境界の面は、当該圧電体能動部の両側面と連続的に傾斜していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項5】 請求項1～4の何れかにおいて、前記圧電体能動部の両側面の底面に対する傾斜角度が、5～75度の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項6】 請求項1～5の何れかにおいて、前記圧電体能動部の断面略台形の形状が、断面が略台形のレジストパターンを用いたエッチングにより形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項7】 請求項1～6の何れかにおいて、前記圧電体能動部の断面略台形の形状が原子又は分子を衝突させることにより、物理的に除去する方法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項8】 請求項1～7の何れかにおいて、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、リード電極と前記上電極との接続を行うコンタクト部は、前記絶縁部に形成されたコンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項9】 請求項1～8の何れかにおいて、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弹性板で構

10

20

30

40

50

成し、この弹性板の表面に圧電体層を形成して、圧電体層の変位によりインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】 インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弹性板で構成し、この弹性板を圧電振動子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電振動子の軸方向に伸長、収縮する縱振動モードの圧電振動子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電振動子を使用したものの2種類が実用化されている。

【0003】 前者は圧電振動子の端面を弹性板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電振動子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電振動子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0004】 これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で弹性板に圧電振動子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0005】 一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平5-286131号公報に見られるように、弹性板の表面全体に亘って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電振動子を形成したものが提案されている。

【0006】 これによれば圧電振動子を弹性板に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電振動子を作り付けることができるばかりでなく、圧電振動子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。なお、この場合、圧電材料層は弹性板の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電振動子を駆動することができる。

【0007】 このようなたわみモードの圧電振動子を使用した記録ヘッドでは、一般には、各圧力発生室に対応する圧電振動子は絶縁体層で覆われ、この絶縁体層には各圧電振動子を駆動するための電圧を供給する導電体パターンとの接続部を形成するために窓(以下、コンタクトホールという)が各圧力発生室に対応して設けられており、各圧電振動子と導電体パターンとの接続部がコンタクトホール内に形成される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したように各圧力発生室毎に設けた圧電体層および上電極からなる圧電体能動部を設け、当該圧電体能動部に電圧を印加すると、弾性板が変位して圧力発生室のインクに圧力がかかるが、圧電体能動部のバターンの外縁部に応力集中が生じ、破壊等が生じる虞がある。

【0009】また、このようなインクジェット式記録ヘッドにおいては、圧電振動子の駆動による弾性板の変位効率を向上するために、圧電体能動部の両側に対応する部分の弾性板を薄くする構造が提案されているが、この場合には、さらに応力集中による破壊が生じやすい。

【0010】さらに、これらの問題は、特に、圧電材料層を成膜技術で形成した場合に問題となる。すなわち、成膜技術で形成した圧電材料層は非常に薄いため、圧電振動子を貼付したものに比較して剛性が低いためである。

【0011】本発明はこのような事情に鑑み、圧電体能動部の外縁部、特に両側の応力集中による破壊等を防止することができるインクジェット式記録ヘッドを提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決する本発明の第1の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室の一部を構成し、少なくとも上面が下電極として作用する弾性板と、該弾性板の表面に形成された圧電体層及び該圧電体層の表面に形成された上電極からなり且つ前記圧力発生室に対向する領域に形成された圧電体能動部とかなる圧電振動子を備えたインクジェット式記録ヘッドにおいて、前記圧電体能動部が上面から底面へ向かって徐々に幅広となり、その断面形状が略台形形状であることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0013】かかる第1の態様では、圧電振動子の駆動の際に、圧電体能動部の両側がテーバ面のため、応力が集中せず、破壊等の虞がない。

【0014】本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記圧電体能動部の底面の幅が前記圧力発生室の幅よりも大きくなっていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0015】かかる第2の態様では、圧電体能動部の底面の両側が圧力発生室の外側に位置するので、駆動の際に、圧力発生室の縁部に応力が集中せず、破壊等の発生が防止される。

【0016】本発明の第3の態様は、第1または2の態様において、前記弾性板が、少なくとも前記圧電体能動部の幅方向両側で前記圧力発生室の縁部に沿った部分に、当該圧電体能動部に対応する部分の厚さより薄い薄肉部を有することを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0017】かかる第3の態様では、圧力発生室の幅方向両側の縁部に沿った部分の弾性板が薄肉となっている

ため、変位量が向上する。

【0018】本発明の第4の態様は、第3の態様において、前記圧電体能動部に対応する部分の前記弾性板と前記薄肉部との境界の面は、当該圧電体能動部の両側面と連続的に傾斜していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0019】かかる第4の態様では、圧電体能動部に対応する部分の弾性板と薄肉部との境界に応力が集中し難く、破壊等の虞がない。

【0020】本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記圧電体能動部の両側面の底面に対する傾斜角度が、5～75度の範囲にあることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0021】かかる第5の態様では、圧電体能動部の両側面が所定の角度で傾斜しているので、当該圧電体能動部の両側において応力が集中しにくいという効果が得られる。

【0022】本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記圧電体能動部の断面略台形の形状が、断面が略台形のレジストバターンを用いたエッチングにより形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0023】かかる第6の態様では、両側に傾斜面を有する圧電体能動部を容易に形成することができる。

【0024】本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記圧電体能動部の断面略台形の形状が原子又は分子を衝突させることにより、物理的に除去する方法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0025】かかる第7の態様では、両側に傾斜面を有する圧電体能動部を精度良く且つ容易に形成することができる。

【0026】本発明の第8の態様は、第1～7の何れかの態様において、前記圧電体能動部の上面には絶縁体層が形成され、リード電極と前記上電極との接続を行うコンタクト部は、前記絶縁部に形成されたコンタクトホール内に形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0027】かかる第8の態様では、圧電体能動部への電圧の印加は絶縁体層を介して形成されたコンタクト部を介して行われる。

【0028】本発明の第9の態様は、第1～8の何れかの態様において、前記圧力発生室がシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【0029】かかる第9の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に本発明を一実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0031】(実施形態1) 図1は、本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す組立斜視図であり、図2は、その1つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【0032】図示するように、流路形成基板10は、本実施形態では面方位(110)のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板10としては、通常、150~300μm程度の厚さのものが用いられ、望ましくは180~280μm程度、より望ましくは220μm程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【0033】流路形成基板10の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリコンからなる、厚さ1~2μmの弹性膜50が形成されている。

【0034】一方、流路形成基板10の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口11、圧力発生室12が形成されている。

【0035】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をKOH等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて(110)面に垂直な第1の(111)面と、この第1の(111)面と約70度の角度をなし且つ上記(110)と約35度の角度をなす第2の(111)面とが出現し、(110)面のエッチングレートと比較して(111)面のエッチングレートが約1/180であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第1の(111)面と斜めの二つの第2の(111)面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室12を高密度に配列することができる。

【0036】本実施形態では、各圧力発生室12の長辺を第1の(111)面で、短辺を第2の(111)面で形成している。この圧力発生室12は、流路形成基板10をほぼ貫通して弹性膜50に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弹性膜50は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【0037】一方、各圧力発生室12の一端に連通する各ノズル開口11は、圧力発生室12より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口11は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング(ハーフエッチング)することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0038】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与え

る圧力発生室12の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口11の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、1インチ当たり360個のインク滴を記録する場合、ノズル開口11は数十μmの溝幅で精度よく形成する必要がある。

【0039】また、各圧力発生室12と後述する共通インク室31とは、後述する封止板20の各圧力発生室12の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口21を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口21を介して共通インク室31から供給され、各圧力発生室12に分配される。

【0040】封止板20は、前述の各圧力発生室12に対応したインク供給連通口21が穿設された、厚さが例えば、0.1~1mmで、線膨張係数が300°C以下で、例えば2.5~4.5 [×10⁻⁶/°C] であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口21は、図3(a), (b)に示すように、各圧力発生室12のインク供給側端部の近傍を横断する一のスリット孔21Aでも、あるいは複数のスリット孔21Bであってもよい。封止板20は、一方の面で流路形成基板10的一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板20は、他面で共通インク室31の一壁面を構成する。

【0041】共通インク室形成基板30は、共通インク室31の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板30の厚さは、0.2mmとしている。

【0042】インク室側板40は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室31の一壁面を構成するものである。また、インク室側板40には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部40aを形成することにより薄肉壁41が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口42が打抜き形成されている。なお、薄肉壁41は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口11と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室12に、共通インク室31を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口42と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板40を0.2mmとし、その一部を厚さ0.02mmの薄肉壁41としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁41の形成を省略するために、インク室側板40の厚さを初めから0.02mmとしてもよい。

【0043】一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弹性膜50の上には、厚さが例えば、約0.5μmの下電極膜60と、厚さが例えば、約1μmの圧電体膜70と、厚さが例えば、約0.1μmの上電極膜80と

が、後述するプロセスで積層形成されて、圧電振動子（圧電素子）を構成している。このように、弹性膜50の各圧力発生室12に対向する領域には、各圧力発生室12毎に独立して圧電振動子が設けられているが、本実施形態では、下電極膜60は圧電振動子の共通電極とし、上電極膜80を圧電振動子の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。また、本実施形態では、圧電体膜70を各圧力発生室12に対応して個別に設けたが、圧電体膜を全体に設け、上電極膜80を各圧力発生室12に対応するように個別に設けてもよい。何れの場合においても、各圧力発生室12毎に圧力能動部が形成されていることになる。

【0044】そして、かかる各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90が形成されている。絶縁体層90は、成膜法による形成やまたエッチングによる整形が可能な材料、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、有機材料、好ましくは剛性が低く、且つ電気絶縁性に優れた感光性ポリイミドで形成するのが好ましい。

【0045】絶縁体層90の各上電極膜80の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部には後述する導電パターン100と接続するために上電極膜80の一部を露出させるコントラクトホール90aが形成されている。そして、このコントラクトホール90aを介して各上電極膜80に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びる導電パターン100が形成されている。導電パターン100は、駆動信号を上電極膜80に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

【0046】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板10上に、圧電体膜70等を形成するプロセスを図4を参照しながら説明する。

【0047】図4(a)に示すように、まず、流路形成基板10となるシリコン単結晶基板のウェハを約1100°Cの拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弹性膜50を形成する。

【0048】次に、図4(b)に示すように、スパッタリングで下電極膜60を形成する。下電極膜60の材料としては、Pt等が好適である。これは、スパッタリングやゾルーゲル法で成膜する後述の圧電体膜70は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で600~1000°C程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜70の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜70としてPZTを用いた場合には、Ptの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からPtが好適である。

【0049】次に、図4(c)に示すように、圧電体膜70を成膜する。この圧電体膜70の成膜にはスパッタリングを用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥

してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜70を得る、いわゆるゾルーゲル法を用いている。圧電体膜70の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【0050】次に、図4(d)に示すように、上電極膜80を成膜する。上電極膜80は、導電性の高い材料であればよく、Al、Au、Ni、Pt等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、Ptをスパッタリングにより成膜している。

【0051】次に、図5に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80をバーニングする。

【0052】まず、図5(a)に示すように、下電極膜60、圧電体膜70及び上電極膜80と一緒にエッチングして下電極膜60の全体パターンをバーニングする。次いで、図5(b)に示すように、圧電体膜70及び上電極膜80のみをエッチングして圧電体能動部320のバーニングを行うが、この際、圧電体能動部320の両側面321を上から下に向かって外側に広がるように傾斜させる。

【0053】以上説明したように、まず、下電極膜60の全体のパターンを形成し、次いで、圧電体能動部320をバーニングすることによりバーニングが完了する。

【0054】なお、このように形成された圧電体能動部320と圧力発生室12との平面位置関係は図6に示すとおりであり、圧電体膜70および上電極膜80からなる圧電体能動部320は、圧力発生室12に対向する領域内に設けられている。図6(b)のB-B'断面に示すように、圧電体能動部320の両側の側面321は、上から下に向かって外側に傾斜しているテーパ面となって、縦断面は略台形形状となっている。

【0055】このような構造とすることにより、圧電体能動部320の両端部において、その駆動時に発生する力を外側へ行くほど徐々に小さくすることができる。従って、両側面における応力集中が防止され、破壊等の虞がなくなる。

【0056】ここで、底面と傾斜面との成す角度θは、5~75度、好ましくは、5~45度の範囲にあるのが望ましい。このような範囲から外れると、応力集中を防止するという効果が顕著には得られにくいからである。

【0057】また、このようなテーパ面を有する圧電体能動部320の形成方法は特に限定されないが、例えば、断面略台形となるレジストパターンを設けてイオンミーリング等することにより容易に製造することができる。

【0058】すなわち、図7に示すように、まず、レジスト210を塗布し(図7(a))、所定のマスクを用いて露光し、現像することにより、断面が略台形のレジストパターン215を形成する(図7(b))。

【0059】ここで、レジスト210は、例えば、ネガレジストをスピンドルコートなどにより塗布して形成し、レジストパターン215は、その後、所定形状のマスクを用いて露光・現像・ペークを行うことにより、形成する。この際、ポストペークを長めに行って側面を変形させることにより、または過剰に露光することにより、傾斜した側面を有するレジストパターン215を容易に形成することができる。

【0060】また、断面略台形の圧電体能動部320の底面と傾斜面とのなす角度は、レジストパターン215の傾斜した側面と平行に形成されるため、ポストペークの時間により、断面略台形の圧電体能動部320の底面と傾斜面とのなす角度を容易に操作することが可能である。

【0061】そして、この後、イオンミリング等により上電極膜80および圧電体層70をエッチングすることにより、図6(b)に示すような断面略台形の圧電体能動部320を形成することができる。なお、勿論、ネガレジストの代わりにポジレジストを用いてもよい。

【0062】以上のように、圧電体能動部320等をバターニングした後には、好ましくは、各上電極膜80の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜70の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層90を形成する(図1参照)。

【0063】ここで、絶縁体層90の各圧電体能動部320の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部には後述する導電パターン100と接続するために上電極膜80の一部を露出させるコンタクトホール90aが形成されている。そして、このコンタクトホール90aを介して各上電極膜80に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びる導電パターン100が形成されている。導電パターン100は、駆動信号を上電極膜80に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成されている。

【0064】このような絶縁体層の形成プロセスを図8に示す。

【0065】まず、図8(a)に示すように、上電極膜80の周縁部、圧電体膜70および下電極膜60の側面を覆うように絶縁体層90を形成する。この絶縁体層90の好適な材料は上述した通りであるが、本実施形態ではネガ型の感光性ポリイミドを用いている。

【0066】次に、図8(b)に示すように、絶縁体層90をバターニングすることにより、各圧力発生室12のインク供給側の端部近傍に対応する部分にコンタクトホール90aを形成する。このコンタクトホール90aは、後述する導電パターン100と上電極膜80との接続をするためのものである。なお、コンタクトホール90aは、圧力発生室12の圧電体能動部320に対応する部分に設ければよく、例えば、中央部やノズル側端部に設けてもよい。

【0067】次に、例えば、Cr-Auなどの導電体を全面に成膜した後、バターニングすることにより、導電体パターン100を形成する。

【0068】以上が膜形成プロセスである。このようにして膜形成を行った後、図8(c)に示すように、前述したアルカリ溶液によるシリコン単結晶基板の異方性エッティングを行い、圧力発生室12等を形成する。なお、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッティングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図1に示すような一つのチップサイズの流路形成基板10毎に分割する。また、分割した流路形成基板10を、封止板20、共通インク室形成基板30、及びインク室側板40と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【0069】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口42からインクを取り込み、共通インク室31からノズル開口11に至るまで内部をインクで満たし後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、導電バターン100を介して下電極膜60と上電極膜80との間に電圧を印加し、弾性膜50、下電極膜60及び圧電体膜70をたわみ変形させることにより、圧力発生室12内の圧力が高まりノズル開口11からインク滴が吐出する。

【0070】(実施形態2) 図9には、本発明の実施形態2に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部および圧力発生室の形状を示す。

【0071】本実施形態は、圧電体能動部320Aの上面は圧力発生室12に対向する領域内にあるが、底面が圧力発生室12に対向する領域より幅方向外側まで延設されるようにした以外は、実施形態1と同様である。

【0072】従って、このような構造とすることにより、実施形態1と同様に、圧電体能動部320の幅方向両側において応力集中が生じ難いが、圧力発生室12の縁部と圧電体能動部320の両側面321Aとの位置関係により、変位が多少小さくなるが、応力集中がさらに生じがたい構成となっている。なお、圧電体能動部320Aの上面322Aを圧力発生室12に対向する領域内に設けることにより、十分な変位量を確保できる。

【0073】(実施形態3) 図10(a)には、本発明の実施形態3に係るインクジェット式記録ヘッドの圧電体能動部の形状を示す。

【0074】本実施形態は、実施形態1の圧電体能動部320の両側に、下電極膜60の厚さを薄くした薄内部を設けて下電極除去部350を形成したものである。

【0075】すなわち、圧力発生室12の幅方向両側の縁部に対向した領域である圧電体能動部320の両側の振動板の腕に相当する部分の下電極膜60を一部除去することにより、下電極除去部350を形成したものである。このように下電極膜除去部350を設けることによ

11

り、圧電体能動部320への電圧印加による変位量の向上を図ることができる。

【0076】なお、この場合には、弹性膜50がなくして、下電極膜60が弹性体および下電極の役割を果たすものでもよい。

【0077】また、圧電体能動部320の両側面321Aがテープ面となっているので、その駆動時に発生する力を外側へ行くほど徐々に小さくすることができ、下電極除去部350における応力集中が防止され、破壊等の虞がない。

【0078】なお、本実施形態では、下電極除去部350は、下電極膜60をハーフエッティング等により、下電極膜60の一部を除去して薄肉部としたが、図10

(b)に示すように、圧電体能動部320の幅方向両側の下電極膜60を全て除去することにより、下電極膜除去部350Aとしてもよい。

【0079】(他の実施形態)以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【0080】例えば、上述した封止板20の他、共通インク室形成板30をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜41を別部材としてガラスセラミックス製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【0081】また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板10の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【0082】このように構成した実施形態の分解斜視図を図11、その流路の断面を図12にそれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口11が圧電振動子とは反対のノズル基板120に穿設され、これらノズル開口11と圧力発生室12とを連通するノズル連通口22が、封止板20、共通インク室形成板30及び薄肉板41A及びインク室側板40Aを貫通するように配されている。

【0083】なお、本実施形態は、その他、薄肉板41Aとインク室側板40Aとを別部材とし、インク室側板40に開口40bを形成した以外は、基本的に上述した実施形態と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【0084】ここで、この実施形態においても、実施形態1～3と同様に、圧電体能動部の両側面をテープ面として、圧電体能動部の両側での応力集中を防止し、割れ等の発生を防止することができる。

【0085】また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの、又は結晶成長により圧電体膜を形成する

もの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【0086】さらに、上述した各実施形態では、弹性板として下電極膜とは別に弹性膜を設けたが、下電極膜が弹性膜を兼ねるようにしてよい。

【0087】また、圧電振動子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けないで、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【0088】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、圧力発生室に対向する前記圧電体能動部をその断面が略台形形状となるように形成したことにより、圧電体能動部の外縁部、特に両側の応力集中による破壊等を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図2】本発明の実施形態1に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図1の平面図及び断面図である。

【図3】図1の封止板の変形例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図5】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図6】本発明の実施形態1の要部を示す平面図である。

【図7】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図8】本発明の実施形態1の薄膜製造工程を示す図である。

【図9】本発明の実施形態2を説明する要部平面図である。

【図10】本発明の実施形態3を説明する要部平面図である。

【図11】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図12】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【符号の説明】

10 流路形成基板

11 ノズル開口

12 圧力発生室

50 弹性膜

13

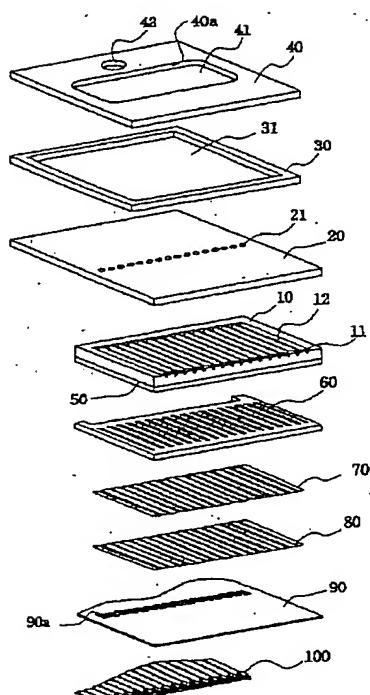
14

60 下電極膜  
70 圧電体膜  
80 上電極膜  
90 絶縁体層  
95 厚膜絶縁体層

\* 100 導電体バターン  
320 圧電体能動部  
321 側面(テープ)  
350 下電極除去部

\*

【図1】



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

(h)

(i)

(j)

(k)

(l)

(m)

(n)

(o)

(p)

(q)

(r)

(s)

(t)

(u)

(v)

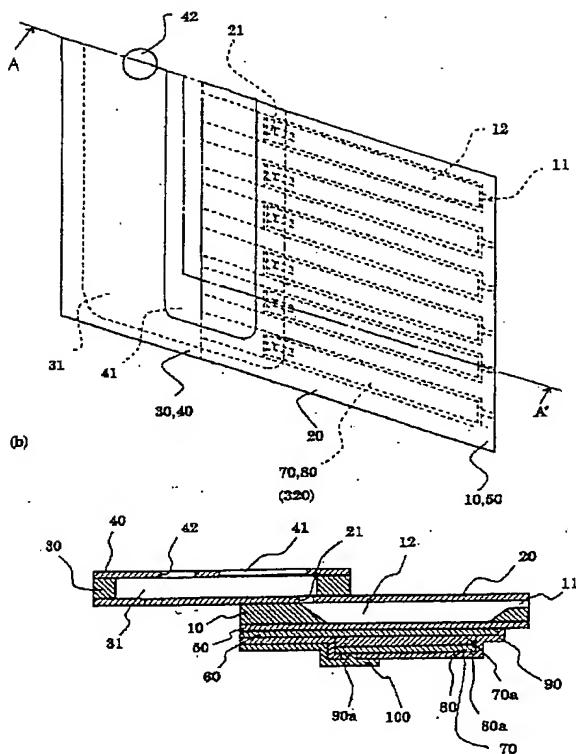
(w)

(x)

(y)

(z)

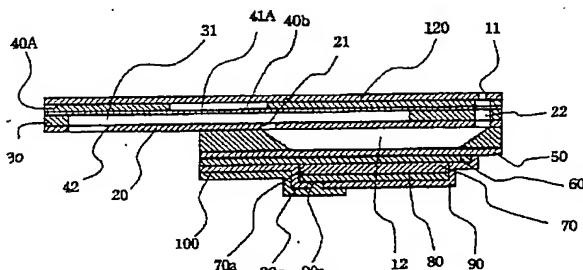
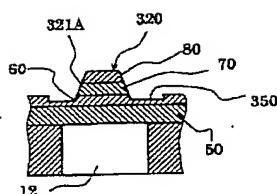
【図2】



【図10】

【図12】

(a)



(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(g)

(h)

(i)

(j)

(k)

(l)

(m)

(n)

(o)

(p)

(q)

(r)

(s)

(t)

(u)

(v)

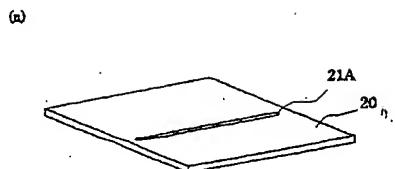
(w)

(x)

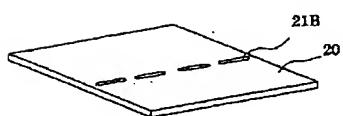
(y)

(z)

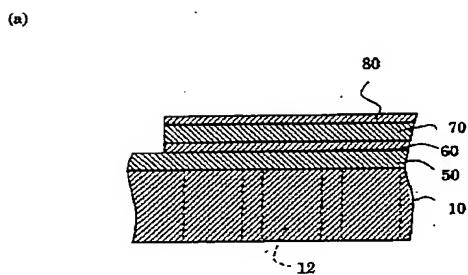
【図3】



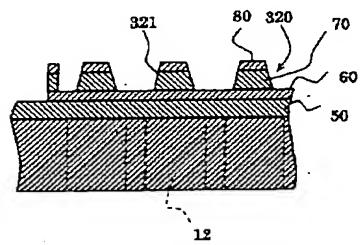
(b)



【図5】



(b)



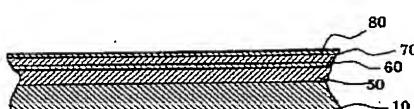
【図4】



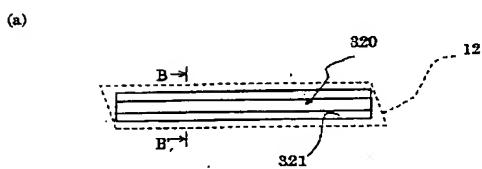
(c)



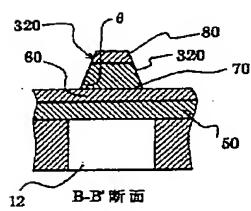
(d)



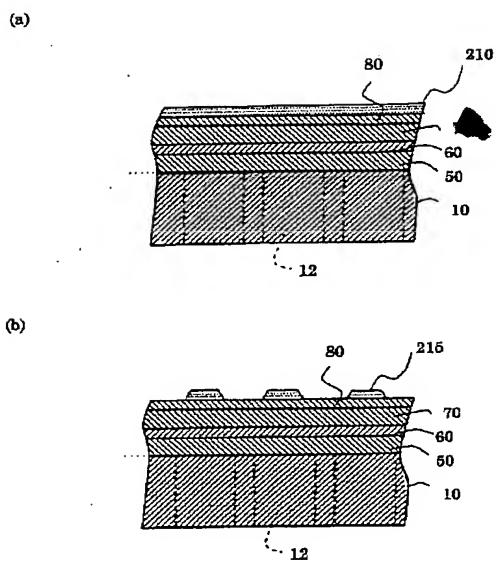
【図6】



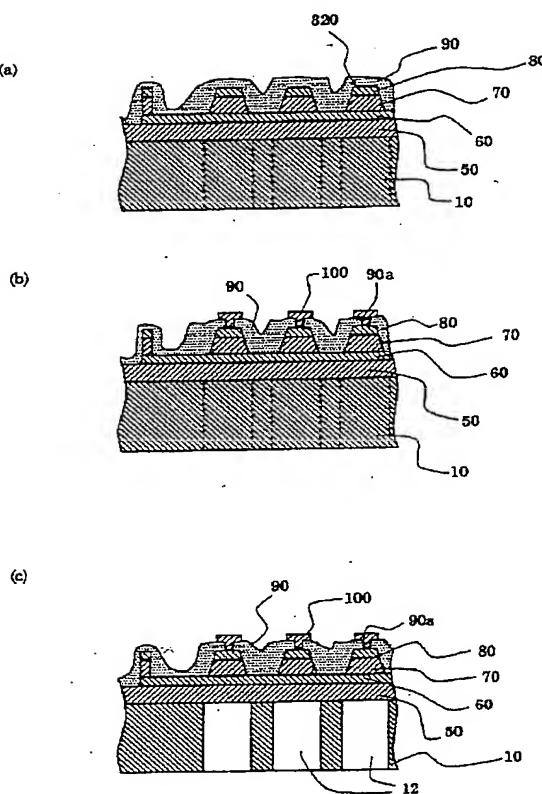
(b)



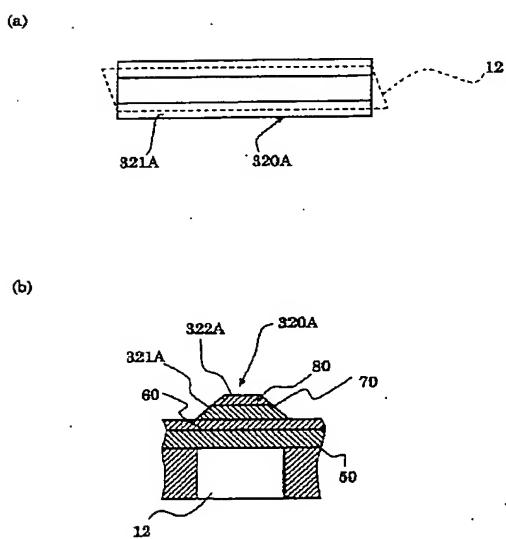
【図7】



【図8】



【図9】



〔図11〕

